

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-91943

(P2001-91943A)

(43)公開日 平成13年4月6日(2001.4.6)

| | | | | | |
|--------------------------|--------|-------|---------|--------|-------------------|
| (51)Int.Cl. ⁷ | | 識別記号 | F I | | テームコード*(参考) |
| G 0 2 F | 1/1335 | 5 2 0 | G 0 2 F | 1/1335 | 5 2 0 2 H 0 9 1 |
| G 0 9 F | 9/00 | 3 3 3 | G 0 9 F | 9/00 | 3 3 3 Z 5 G 4 3 5 |

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-270341

(22)出願日 平成11年9月24日(1999.9.24)

(71)出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(72)発明者 鈴木 剛

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ

オ計算機株式会社八王子研究所内

(72)発明者 青木 俊浩

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ

オ計算機株式会社八王子研究所内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

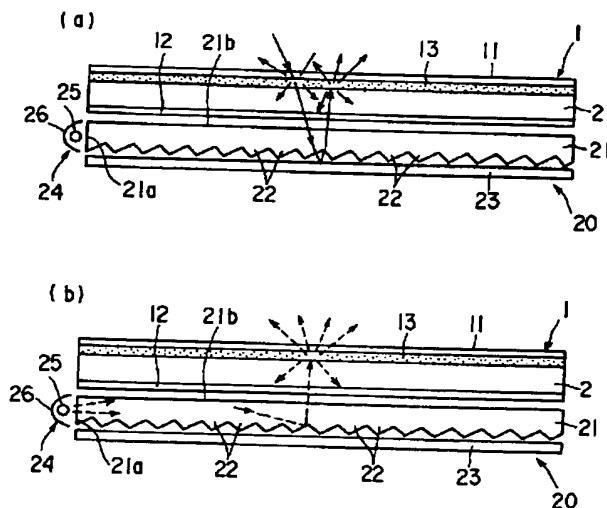
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】外光を利用する反射表示を行なう液晶表示装置として、前方からの入射光をより多く前方に出射し、明るい画面を得ることができるものを提供する。

【解決手段】液晶表示素子1を、液晶セル2をはさんで配置された前側偏光板11および後側偏光板12とのうちの前記前側偏光板11と前記液晶セル2との間に拡散板13を配置した構成とし、この液晶表示素子1の背後に、前記液晶表示素子1にその前方から入射しこの液晶表示素子1を透過した光を前記液晶表示素子1に向けて反射する反射手段20を配置した。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】液晶層をはさんで対向する前後一對の基板のうちの少なくとも一方の基板の内面に前記液晶層に電界を印加するための電極が設けられた液晶セルと、前記液晶セルをはさんで配置された前側偏光板および後側偏光板と、前側偏光板と後側偏光板とのうちの少なくとも一方と前記液晶セルとの間に配置された拡散板とからなる液晶表示素子と、

前記液晶表示素子の背後に配置され、前記液晶表示素子にその前方から入射しこの液晶表示素子を透過した光を前記液晶表示素子に向けて反射する反射手段とを備えたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】液晶表示素子の背後に配置された反射手段は、前記液晶表示素子を透過した光を入射光とし、その光を前記液晶表示素子に向けて反射する反射機能と、照明光を前記液晶表示素子に向けて出射する機能とを有していることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】拡散板は、前側偏光板と液晶セルとの間に配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、外光を利用する反射表示を行なう液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置には一般に、TN（ツイステッドネマティック）型またはSTN（スーパーツイステッドネマティック）型の液晶表示素子が利用されている。

【0003】この種の液晶表示素子は、従来、液晶層をはさんで対向する前後一對の基板の内面に前記液晶層に電界を印加するための電極が設けられた液晶セルと、前記液晶セルをはさんで配置された前側偏光板および後側偏光板とからなっている。

【0004】ところで、液晶表示装置には、光源からの照明光を利用して表示する透過型のものと、液晶表示装置の使用環境の光である外光を利用して表示する反射型のものと、外光を利用する反射表示と照明光を利用する透過表示との両方を表示を行なう 2 ウエイ型のものがある。

【0005】透過型の液晶表示装置は、液晶表示素子の背後に、一般にバックライトと呼ばれる面光源を配置したものであり、前記バックライトが出射する照明光を前記液晶表示素子にその背面から入射し、その光を前記液晶表示素子の前方に出射して表示する。この透過型液晶表示装置は、常にバックライトを点灯させて表示するため、消費電力が多い。

【0006】一方、反射型の液晶表示装置は、液晶表示素子の背後に、前記液晶表示素子にその前方から入射し

この液晶表示素子を透過した光を前記液晶表示素子に向けて反射する反射手段を配置したものであり、前方から入射して前記液晶表示素子を透過した光を前記反射手段により液晶表示素子の背面に向けて反射し、その光を前記液晶表示素子の前方に出射して表示する。

【0007】この反射型液晶表示装置は、その使用環境の光である外光を利用して表示するため、上記透過型液晶表示装置に比べて、消費電力を大幅に節減することができるという利点をもっている。

【0008】また、2 ウエイ型の液晶表示装置は、液晶表示素子の背後に、前記液晶表示素子にその前方から入射しこの液晶表示素子を透過した光を前記液晶表示素子に向けて反射する反射機能と、照明光を前記液晶表示素子に向けて出射する機能とを有する反射手段を配置したものであり、十分な明るさの外光が得られる環境下では、外光を利用する反射表示を行ない、十分な明るさの外光が得られない環境下で使用されるときに、前記反射手段から照明光を出射させ、その照明光を利用する透過表示を行なう。

【0009】この 2 ウエイ型液晶表示装置は、十分な明るさの外光が得られない環境下でも使用することができ、また、前記反射手段から照明光を出射させるのは十分な明るさの外光が得られない環境下で使用するときだけでよいから、上記透過型液晶表示装置に比べて、はるかに消費電力が少ない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の反射表示を行なう液晶表示装置（反射型液晶表示装置または 2 ウエイ型液晶表示装置）は、前方から入射する外光の強度に比べて、出射光の強度が極端に低く、明るい画面が得られない。

【0011】すなわち、従来の液晶表示装置に用いられている液晶表示素子は、上述したように、液晶層をはさんで対向する前後一對の基板の内面に前記液晶層に電界を印加するための電極が設けられた液晶セルと、前記液晶セルをはさんで配置された前側偏光板および後側偏光板とからなっている。

【0012】この液晶表示素子は、一方の面からその面側の偏光板を透過して直線偏光光となって前記液晶セルに入射し、前記電極間に印加される電界により変化する液晶分子の配向状態に応じた液晶層の複屈折作用により偏光状態を変えて前記液晶セルを透過した光のうち、前記液晶セルの他方の面側の偏光板の吸収軸に沿った偏光成分の光をこの偏光板により吸収し、前記他方の面側の偏光板の透過軸に沿った偏光成分の光を透過させて出射する。

【0013】このように、前記液晶表示素子は、その出射光が、前記一方の面側の偏光板を透過して入射し、前記液晶セルを透過した光のうちの、前記他方の面側の偏光板の透過軸に沿った偏光成分の光だけであり、前記一

方の面側の偏光板の吸収軸に沿った偏光成分の光は全く利用されないで、光の透過率が低い。

【0014】そして、上述した透過型表示装置の場合は、前記液晶表示素子の透過率の低さを、バックライトから出射させる照明光の輝度を高くすることにより補い、明るい画面を得ることができるが、反射型表示装置の場合は、入射光が使用環境の明るさに応じた強度の外光であり、その光が前記液晶表示素子を透過して反射手段により反射され、前記液晶表示素子を再び透過して前方に出射するため、出射光が、前方から入射した外光に対して大きく強度を減じた光であり、したがって、明るい画面が得られない。

【0015】これは、上記2ウェイ型表示装置においても同様であり、透過表示のときは、反射手段から出射させる照明光の輝度を高くすることにより明るい画面を得ることができるが、反射表示のときは、明るい画面が得られない。

【0016】この発明は、外光を利用する反射表示を行なう液晶表示装置として、前方からの入射光をより多く前方に出射し、明るい画面を得ることができるものを提供することを目的としたものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】この発明の液晶表示装置は、液晶層をはさんで対向する前後一対の基板のうちの少なくとも一方の基板の内面に前記液晶層に電界を印加するための電極が設けられた液晶セルと、前記液晶セルをはさんで配置された前側偏光板および後側偏光板と、前側偏光板と後側偏光板とのうちの少なくとも一方と前記液晶セルとの間に配置された拡散板とからなる液晶表示素子と、前記液晶表示素子の背後に配置され、前記液晶表示素子にその前方から入射しこの液晶表示素子を透過した光を前記液晶表示素子に向けて反射する反射手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0018】この液晶表示装置によれば、前記液晶表示素子が、液晶セルをはさんで配置された前側偏光板と後側偏光板とのうちの少なくとも一方と前記液晶セルとの間に拡散板が配置された構成であるため、外光を利用する反射表示のときに、前方から前記液晶表示素子に入射してその前側偏光板を透過した光が、この液晶表示素子の後側偏光板に入射する前に前記拡散板に入射して拡散される。

【0019】前記拡散板により拡散された光のうち、前記液晶表示素子の背面方向に向かう光は、前記後側偏光板に入射する。この後側偏光板に入射する光は、前記前側偏光板を透過して直線偏光光となって入射した光の拡散光が前記液晶セルを透過する過程で液晶層の複屈折作用により偏光状態を変えた光であり、その光のうち、前記後側偏光板の吸収軸に沿った偏光成分の光は、この後側偏光板により吸収され、前記後側偏光板の透過軸に沿った偏光成分の光が、この後側偏光板を透過して、画像

光となって液晶表示素子の背面側に出射する。

【0020】この液晶表示素子の背面側に出射した画像光は、前記反射手段により前記液晶表示素子に向けて反射され、その光が、前記液晶表示素子を再び透過して前方に出射する。

【0021】一方、前方から前記液晶表示素子に入射して前記拡散板により拡散された光のうち、前記液晶表示素子の前面方向に向かう光は、前記後側偏光板を透過せずに前記前側偏光板を再び透過して液晶表示素子の前方に出射する。

【0022】このように、この発明の液晶表示装置によれば、前方から液晶表示素子に入射し、この液晶表示素子を透過して画像光となった光の反射光が前記液晶表示素子の前方に出射するだけでなく、前方から前記液晶表示素子に入射して前記拡散板により拡散された光のうちの液晶表示素子の前面方向に向かう光が前方に出射するため、前方からの入射光をより多く前方に出射し、明るい画面を得ることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】この発明の液晶表示装置は、上記のように、液晶表示素子を、液晶セルをはさんで配置された前側偏光板および後側偏光板とのうちの少なくとも一方と前記液晶セルとの間に拡散板を配置した構成とし、この液晶表示素子の背後に、前記液晶表示素子にその前方から入射しこの液晶表示素子を透過した光を前記液晶表示素子に向けて反射する反射手段を配置することにより、前方からの入射光をより多く前方に出射し、明るい画面を得るようにしたものである。

【0024】この発明の液晶表示装置において、前記反射手段は、前記液晶表示素子を透過した光を入射光とし、その光を前記液晶表示素子に向けて反射する反射機能と、照明光を前記液晶表示素子に向けて出射する機能とを有しているものが好ましく、このような反射手段を用いることにより、十分な明るさの外光が得られる環境下では外光を利用する反射表示を行ない、十分な明るさの外光が得られない環境下で使用されるときに、前記反射手段から照明光を出射させ、その照明光を利用する透過表示を行なうことができる。

【0025】また、前記液晶表示素子は、前記拡散板を、前側偏光板と液晶セルとの間に配置した構成のものが好ましく、液晶表示素子をこのような構成とすることにより、前方から液晶表示素子に入射して前記拡散板により拡散された光のうちの液晶表示素子の前方に出射する光を、前記液晶セルの電極間に印加される電界に応じた液晶分子の配向状態の変化に関係無く、液晶表示素子の全域からほぼ均等な強度で出射し、画面全体を一様に明るくするとともに、拡散によるボケが無い鮮明な画像光を前方に出射し、良好な画質の画像を表示することができる。

【0026】

【実施例】図1はこの発明の第1の実施例を示す液晶表示装置の側面図であり、この液晶表示装置は、液晶表示素子1と、この液晶表示素子1の背後に配置された反射手段20とを備えている。

【0027】この実施例の液晶表示装置は、外光を利用する反射表示と照明光を利用する透過表示との両方の表示を行なう2ウェイ型のものであり、図1の(a)は、外光を利用する反射表示のときの光の透過経路を示し、図1の(b)は、照明光を利用する透過表示のときの光の透過経路を示している。

【0028】液晶表示素子1は、TN（ツイステッドネマティック）型またはSTN（スーパーツイステッドネマティック）型のものであり、液晶セル2と、前記液晶セル2をはさんで配置された前側偏光板11および後側偏光板12と、前記前側偏光板11と前記液晶セル2との間に配置された拡散板13とからなっている。

【0029】図2は前記液晶表示素子1の一部分の拡大断面図であり、液晶セル2は、液晶層10をはさんで対向する前後一對の透明基板3、4の内面にそれぞれ、前記液晶層10に電界を印加するための透明な電極5、6が設けられた構成となっている。

【0030】この実施例で用いた液晶セル2は、アクティブマトリックス方式のものであり、その後基板4の内面に設けられた電極6は、行方向および列方向にマトリックス状に配列する複数の画素電極、前基板3の内面に設けられた電極5は、前記複数の画素電極6と対向する一枚膜状の対向電極である。

【0031】なお、図では省略しているが、前記後基板4の内面には、前記複数の画素電極6にそれぞれ接続された複数のTFT（薄膜トランジスタ）と、各行のTFTにそれぞれゲート信号を供給するための複数のゲート配線と、各列のTFTにそれぞれデータ信号を供給するための複数のデータ配線とが設けられている。

【0032】さらに、前記液晶セル2の前基板3の内面には、前記複数の画素電極6と前記対向電極5とが互いに対向する複数の画素領域にそれぞれ対応させて、複数の色、例えば赤、緑、青の3色のカラーフィルタ7R、7G、7Bが設けられている。これらのカラーフィルタ7R、7G、7Bは基板3上に形成されており、その上に前記対向電極5が形成されている。

【0033】また、前記一對の基板3、4の内面にはそれぞれ、前記電極5、6を覆って配向膜8、9が設けられており、これらの配向膜8、9は、その膜面を所定の方

向にラビングすることにより配向処理されている。

【0034】そして、前記一對の基板3、4は、その周縁部において図示しない枠状のシール材を介して接合されており、これらの基板3、4間の前記シール材で囲まれた領域にネマティック液晶が封入されて液晶層10が形成されている。

【0035】この液晶層10の液晶分子は、前記配向膜

8、9によりそれぞれの基板3、4の近傍における配向方向を規制され、一對の基板3、4間において所定のツイスト角でツイスト配向している。

【0036】また、前記液晶セル2をはさんで配置された前側偏光板11および後側偏光板12はそれぞれ、その光学軸（透過軸または吸収軸）を所定の方

向に向けて設けられている。

【0037】また、前記前側偏光板11と前記液晶セル2との間に配置された拡散板13は、例えば、フィラー混入型拡散板、またはマイクロレンズシートからなる拡散板である。

【0038】一方、前記液晶表示素子1の背後に配置された反射手段20は、前記液晶表示素子1にその前方から入射しこの液晶表示素子1を透過した光を前記液晶表示素子1に向けて反射する反射機能と、照明光を前記液晶表示素子1に向けて出射する機能とを有している。

【0039】この実施例で用いた反射手段20は、サイドライト方式のものであり、図1のように、前面を前記液晶表示素子1の背面に対向させて配置された導光板21と、この導光板21の背面側に配置された反射板23と、前記導光板21の側方に配置された光源部24とからなっている。

【0040】前記導光板21は、アクリル系樹脂板等の透明板からなっており、その一端面が、前記光源部24が出射する照明光を取り込む入射端面21aとされ、前面21b全体が、平坦な入射面21bとされている。

【0041】また、この導光板21の背面には、その全体にわたって、前記入射端面21aと平行な方向に沿う横長の複数のプリズム部22が、所定のピッチで、密に並べて互いに平行に形成されている。

【0042】この複数のプリズム部22は、前記導光板21に一体に形成されており、そのピッチは、前記液晶表示素子の画素領域の配列ピッチとほぼ同じか、あるいはそれよりも小さく設定されている。

【0043】図3は前記導光板21とその背面側に配置された反射板23の一部分のハッチングを省略した拡大断面図であり、前記導光板21の背面に形成された前記複数のプリズム部22はそれぞれ、その両側の傾斜面22a、22bのうち、前記入射端面21aの方向に面する一方の傾斜面22aの傾斜角（導光板21の前面の入射面21bの法線hに対する傾き角） α が、他方の傾斜面22aの傾斜角 β よりも小さい、不等辺三角形の断面形状を有している。

【0044】なお、前記プリズム部22の一方の傾斜面（入射端面21aの方向に面する傾斜面）22aの傾斜角 α と、他方の傾斜面22aの傾斜角 β はそれぞれ、 $30^\circ < \alpha < 60^\circ$ 、 $0^\circ < \beta < 40^\circ$ の範囲であり、互いに隣り合う一方のプリズム部22の一方の傾斜面22aと、他方のプリズム部22の他方の傾斜面22aとのなす角度 γ は、 $30^\circ < \gamma < 70^\circ$ の範囲である。

【0045】また、前記導光板 21 の背面側に配置された反射板 23 は、銀またはアルミニウム等の金属板からなる鏡面反射板であり、この反射板 23 は、その前面（反射面）を前記導光板 21 の背面の複数のプリズム部 22 の頂部に近接または当接させて、前記導光板 21 の前面の入出射面 21 b と平行に設けられている。

【0046】さらに、前記光源部 24 は、図 1 のように、例えば直管状の蛍光灯または EL（エレクトロルミネセンス）アレイ等からなる光源 25 と、この光源 25 が出射する照明光を前記導光板 21 の入射端面 21 a に向けて反射するリフレクタ 26 とからなっており、この光源部 24 は、前記導光板 21 の側方に、その入射端面 21 a に対向させて配置されている。

【0047】前記反射手段 20 は、前記導光板 21 の前方から入射した光を、前記反射板 23 により反射して前記導光板 21 の前方に出射するとともに、前記光源部 24 の光源 25 が点灯されたときは、この光源部 24 が出射する照明光を前記導光板 21 にその入射端面 21 a から取り込んで、その照明光を前記導光板 21 の入出射面 21 b 全体から前方に出射する。

【0048】前記反射手段 20 による前方から入射した光の反射について説明すると、前記導光板 21 の前方から入射した光は、図 3 に実線矢印で示したように、前記導光板 21 にその前面の入出射面 21 b から入射し、この導光板 21 を厚さ方向に透過して、その背面の複数のプリズム部 22 から、導光板 21 の背面側に出射する。

【0049】そして、前記導光板 21 の背面側に出射した光は、前記反射板 23 により反射されて前記導光板 21 にその背面の複数のプリズム部 22 から入射し、この導光板 21 を再び厚さ方向に透過して、その前面の入出射面 21 b から前方に出射する。

【0050】なお、前記導光板 21 の前方から入射する光は、前記液晶表示素子 1 にその前方から入射し、この液晶表示素子 1 を透過してその背面側に出射した光であり、前記液晶表示素子 1 にその前方から入射する外光は、様々な方向から様々な入射角で入射するため、この液晶表示素子 1 を透過してその背面側に出射した光は、前記導光板 21 に、様々な方向から様々な入射角で入射する。

【0051】そして、前記導光板 21 にその前面の入出射面 21 b から入射した光は、この導光板 21 を厚さ方向に透過してその背面の複数のプリズム部 22 から背面側に出射する際に、前記プリズム部 22 の傾斜面 22 a、22 b と外気（導光板 21 と反射板 23 との間の空気層）との界面で屈折し、さらに、前記反射板 23 により反射されて前記導光板 21 にその背面から入射する際に、前記プリズム部 22 の傾斜面 22 a、22 b と外気との界面で屈折して、導光板前面 21 b の法線 h に対する傾き角が小さくなる方向に向きを変え、前記入出射面 21 b から前方に出射する。

【0052】そのため、前記液晶表示素子 1 を透過して前記反射手段 20 に入射し、この反射手段 20 により反射された光は、正面方向（導光板 21 の前面 21 b の法線 h 付近の方向）に出射する光の強度が高い強度分布の光である。

【0053】次に、前記反射手段 20 の光源部 24 を点灯させたときの照明光の出射について説明すると、前記光源部 24 からの照明光は、前記導光板 21 にその入射端面 21 a から入射し、図 3 に破線矢印で示したように前記導光板 21 の長さ方向に導かれて、この導光板 21 の前面 21 b から前方に出射する。

【0054】すなわち、前記光源部 24 からの照明光は、前記導光板 21 にその入射端面 21 a から様々な入射角で入射する。

【0055】そして、前記入射端面 21 a から入射した光のうち、導光板 21 内をその前面方向に向かって斜めに進む光は、この導光板 21 の前面の入出射面 21 b と外気（導光板 21 と液晶表示素子 1 との間の空気層）との界面に入射し、そのうちの前記界面に対して全反射臨界角より小さい（垂直に近い）入射角で入射した光が、この界面を透過して前方に出射する。

【0056】また、前記導光板 21 の入出射面 21 b と外気との界面に対して全反射臨界角より大きい入射角で入射した光は、この界面により全反射され、さらに導光板 21 内をその長さ方向に導かれる。

【0057】一方、前記導光板 21 内をその背面方向に向かって斜めに進む光は、この導光板 21 の背面の複数のプリズム部 22 の両側の傾斜面 22 a、22 b のうち、前記入射端面 21 a の方向に面する傾斜面 22 a とは反対側の傾斜面 22 a と外気（導光板 21 と反射板 23 との間の空気層）との界面に入射し、そのうちの前記界面に対して全反射臨界角より大きい入射角で入射した光が、この界面で導光板 21 の前面方向に全反射されて、その前面の入出射面 21 b の法線 h に対する傾き角が小さくなる方向に向きを変え、その光のうち、前記導光板 21 の入出射面 21 b と外気との界面に対して全反射臨界角より小さい入射角で入射した光が、この界面を透過して前方に出射する。

【0058】また、前記プリズム部 22 の前記傾斜面 22 a と外気との界面に対して全反射臨界角より小さい入射角で入射した光は、この界面を透過して導光板 21 の背面側に出射し、前記前記反射板 23 により反射されて、前記導光板 21 にその背面の複数のプリズム部 22 から再び入射する。

【0059】この再入射光は、前記プリズム部 22 の傾斜面 22 a、22 b と外気との界面で屈折し、導光板 21 の前面の入出射面 21 b の法線 h に対する傾き角が小さくなる方向に向きを変えて導光板 21 に入射するため、その光のほとんどが、前記入出射面 21 b と外気との界面に全反射臨界角より小さい入射角で入射し、この

界面を透過して前方に出射する。

【0060】このように、前記入射端面 21a から導光板 21 に入射した照明光は、導光板 21 の前面の入出射面 21b と外気との界面および導光板 21 の背面のプリズム部 22 と外気との界面による全反射と、前記反射板 23 による反射とにより導光板 21 の長さ方向に導かれながら、この導光板 21 の入出射面 21b 全体から出射する。この導光板 21 の入出射面 21b から出射する照明光も、正面方向に出射する光の強度が高い強度分布の光である。

【0061】この液晶表示装置は、前記反射手段 20 が、前記液晶表示素子 1 にその前方から入射しこの液晶表示素子 1 を透過した光を前記液晶表示素子 1 に向けて反射する反射機能と、照明光を前記液晶表示素子 1 に向けて出射する機能とを有しているため、充分な明るさの外光が得られる環境下では外光を利用する反射表示を行ない、充分な明るさの外光が得られない環境下で使用されるときに、前記反射手段 20 から照明光を出射させ、その照明光を利用する透過表示を行なうことができる。

【0062】そして、この液晶表示装置は、前記液晶表示素子 1 が、液晶セル 2 をはさんで配置された前側偏光板 11 と後側偏光板 12 とのうちの前側偏光板 11 と前記液晶セル 2 との間に拡散板 13 が配置された構成であるため、外光を利用する反射表示のときに、前方からの入射光をより多く前方に出射し、明るい画面を得ることができる。

【0063】すなわち、外光を利用する反射表示のときは、そのときの光の透過経路を図 1 の (a) に実線矢印で示したように、前方から前記液晶表示素子 1 に入射し、前側偏光板 11 を透過して直線偏光光となった光が、前記拡散板 13 に入射し、この拡散板 13 により拡散される。

【0064】この拡散光には、前記拡散板 13 の背面側に出射して液晶表示素子 1 の背面方向に向かう光と、前記拡散板 13 の前面側に出射して液晶表示素子 1 の前面方向に向かう光とがある。

【0065】前記拡散板 13 により拡散された光のうち、この拡散板 13 の背面側に出射して前記液晶表示素子 1 の背面方向に向かう光は、前記液晶セル 2 に入射し、この液晶セル 2 を透過して前記後側偏光板 12 に入射する。

【0066】この後側偏光板 12 に入射する光は、前記前側偏光板 11 を透過して直線偏光光となって入射した光の拡散光が、液晶セル 2 を透過する過程で、その各画素領域の電極 5、6 間に印加される電界により変化する液晶分子の配向状態に応じた液晶層 10 の複屈折作用により偏光状態を変えた光であり、その光のうち、前記後側偏光板 12 の吸収軸に沿った偏光成分の光がこの後側偏光板 12 により吸収され、前記後側偏光板 12 の透過軸に沿った偏光成分の光がこの後側偏光板 12 を透過し

て、画像光となって液晶表示素子 1 の背面側に出射する。

【0067】この液晶表示素子 1 の背面側に出射した画像光は、前記反射手段 20 により前記液晶表示素子 1 に向けて反射され、その光が、前記液晶表示素子 1 を再び透過して前方に出射する。

【0068】このときも、前記反射手段 20 により反射されて前記液晶表示素子 1 にその背面から入射した光（画像光）が、前記後側偏光板 12 と液晶セル 2 とを透過して前記拡散板 13 により拡散され、その拡散光のうち、前記拡散板 13 の前面側に出射した光が、前側偏光板 11 を透過して前方に出射する。

【0069】ただし、前記拡散板 13 により拡散された光は、その偏光状態に拡散による乱れを生じた光であり、その光のうち、前記前側偏光板 11 の吸収軸に沿った偏光成分の光はこの前側偏光板 11 により吸収され、前記前側偏光板 11 の透過軸に沿った偏光成分の光が、この前側偏光板 11 を透過して液晶表示素子 1 の前方に出射する。

【0070】また、前記反射手段 20 により反射されて前記液晶表示素子 1 にその背面から入射し、後側偏光板 12 と液晶セル 2 とを透過して拡散板 13 により拡散された光のうち、前記拡散板 13 の背面側に出射した拡散光は、液晶表示素子 1 の背面側に出射して前記反射手段 20 により反射され、前記液晶表示素子 1 に再び入射して、上記のような経路で前方に出射する。

【0071】この反射表示において、外光は、様々な方向から様々な入射角で入射するが、前記反射手段 20 により反射された光は、上述したように正面方向に出射する光の強度が高い強度分布の光であるため、前記反射手段 20 により反射され、前記液晶表示素子 1 を再び透過して前方に出射する画像光は、通常の表示の観察方向である正面方向（液晶表示素子 1 の前面の法線付近の方向）に出射する光の強度が高い強度分布の光である。

【0072】また、この実施例で用いた液晶セル 2 は、その複数の画素領域にそれぞれ対応する複数の色（例えば赤、緑、青の 3 色）のカラーフィルタ 7R、7G、7B を備えたものであり、この液晶セル 2 の各画素領域を透過する光がそれぞれその画素領域に対応するカラーフィルタ 7R、7G、7B によりその吸収波長帯域の波長光を吸収されて着色光となるため、前記液晶表示素子 1 の前方に出射する画像光は、フルカラー画像光等の多色カラー画像光である。

【0073】一方、前方から液晶表示素子 1 に入射して前記拡散板 13 により拡散された光のうち、この拡散板 13 の前面側に出射して液晶表示素子 1 の前面方向に向かう光は、液晶セル 2 および後側偏光板 12 を通らずに、前記前側偏光板 11 を再び透過して液晶表示素子 1 の前方に出射し、その光により、画面の輝度が底上げされる。以下、この光を、画面輝度底上げ光という。

【0074】なお、上述したように、前記拡散板 13 により拡散された光は、その偏光状態に拡散による乱れを生じた光であるため、前記拡散板 13 の前面側に射出して液晶表示素子 1 の前面方向に向かう光のうち、前記前側偏光板 11 の吸収軸に沿った偏光成分の光はこの前側偏光板 11 により吸収され、前記前側偏光板 11 の透過軸に沿った偏光成分の光が、この前側偏光板 11 を透過して液晶表示素子 1 の前方に射出する。

【0075】この画面輝度底上げ光は、液晶セル 2 を通らない光、つまり液晶層 10 の複屈折作用を受けずに前側偏光板 11 を透過して液晶表示素子 1 の前方に射出した光であるため、前記液晶セル 2 の各画素領域の電極 5、6 間に印加される電界に応じた液晶分子の配向状態の変化に関係無く、液晶表示素子 1 の全域からほぼ均等な強度で射出する。

【0076】しかも、この画面輝度底上げ光は、前記液晶セル 2 を通らない光であるため、前記カラーフィルタ 7R、7G、7B による吸収を受けない高強度の無着色光（白色光）である。

【0077】このように、この液晶表示装置によれば、前方から液晶表示素子 1 に入射し、この液晶表示素子 1 を透過して画像光となった光の反射光が前記液晶表示素子 1 の前方に射出するだけでなく、前方から前記液晶表示素子 1 に入射して前記拡散板 13 により拡散された光のうちの液晶表示素子 1 の前面方向に向かう光（画面輝度底上げ光）が前方に射出するため、前方からの入射光をより多く前方に射出し、明るい画面を得ることができる。

【0078】しかも、この実施例の液晶表示装置は、前記液晶表示素子 1 が、前記拡散板 13 を前側偏光板 11 と液晶セル 2 との間に配置した構成であるため、上述したように、前方から液晶表示素子 1 に入射して前記拡散板 13 により拡散された光のうちの液晶表示素子 1 の前方に射出する光を、前記液晶セル 2 の電極 5、6 間に印加される電界に応じた液晶分子の配向状態の変化に関係無く、液晶表示素子 1 の全域からほぼ均等な強度で射出することができ、したがって、画面全体を一様に明るくすることができる。

【0079】また、この液晶表示装置によれば、前記液晶表示素子 1 の前方に射出する上述した画像光と画面輝度底上げ光がそれぞれ前記拡散板 13 により拡散された光であるため、表示の視野角を広くすることができる。

【0080】さらに、この液晶表示装置によれば、前記拡散板 13 により拡散された光が前側偏光板 11 に入射し、その光のうちの前記前側偏光板 11 の透過軸に沿った偏光成分の光がこの前側偏光板 11 を透過して前方に射出するため、拡散によるボケが無い鮮明な画像光を前方に射出し、良好な画質の画像を表示することができる。

【0081】次に、照明光を利用する透過表示について

説明すると、この透過表示は、十分な明るさの外光が得られない環境下で液晶表示装置を使用するときに、前記反射手段 20 の光源部 24 の光源 25 を点灯させて行なわれる。

【0082】この透過表示のときは、そのときの光の透過経路を図 1 の（b）に破線矢印で示したように、前記光源部 24 が射出する照明光が前記導光板 21 にその入射端面 21a から入射してこの導光板 21 の前面 21b 全体から前方に射出し、前記液晶表示素子 1 にその背面から入射する。

【0083】この液晶表示素子 1 にその背面から入射した光は、後側偏光板 11 を透過して直線偏光光となって液晶セル 2 に入射し、この液晶セル 2 を透過する過程で、その各画素領域の電極 5、6 間に印加される電界により変化する液晶分子の配向状態に応じた液晶層 10 の複屈折作用により偏光状態を変える。

【0084】そして、前記液晶セル 2 を透過した光は、前記拡散板 13 に入射して拡散され、拡散板 13 により拡散された光のうち、前記拡散板 13 の前面側に射出した光が前側偏光板 11 に入射し、その光のうち、前記前側偏光板 11 の吸収軸に沿った偏光成分の光がこの前側偏光板 11 により吸収され、前記前側偏光板 11 の透過軸に沿った偏光成分の光がこの前側偏光板 11 を透過して、画像光となって液晶表示素子 1 の背面側に射出する。

【0085】なお、この実施例で用いた液晶セル 2 は、その複数の画素領域にそれぞれ対応する複数の色（例えば赤、緑、青の 3 色）のカラーフィルタ 7R、7G、7B を備えたものであるため、前記液晶表示素子 1 の前方に射出する画像光は、フルカラー画像光等の多色カラー画像光である。

【0086】この透過表示のときも、前記液晶表示素子 1 の前方に射出する画像光は、前記拡散板 13 により拡散された光であるため、表示の視野角を広くことができ、さらに、前記拡散板 13 により拡散された光が前側偏光板 11 に入射し、その光のうちの前記前側偏光板 11 の透過軸に沿った偏光成分の光がこの前側偏光板 11 を透過して前方に射出するため、拡散によるボケが無い鮮明な画像光を前方に射出し、良好な画質の画像を表示することができる。

【0087】なお、上記実施例では、液晶表示素子 1 を、液晶セル 2 の前面に配置された前側偏光板 11 と前記液晶セル 2 との間に拡散板 13 を配置した構成としているが、前記拡散板 13 は、液晶セル 2 の背面に配置された後側偏光板 12 と前記液晶セル 2 との間に配置してもよく、また、前側偏光板 11 と液晶セル 2 との間と、後側偏光板 12 と液晶セル 2 との間との両方にそれぞれ配置してもよい。

【0088】ただし、前記拡散板 13 を後側偏光板 12 と液晶セル 2 との間に配置した場合は、前方から液晶表

示素子 1 に入射した光が液晶セル 2 を透過した後に拡散板 13 に入射するため、この拡散板 13 により拡散された光のうちの液晶表示素子 1 の前方に出射する画面輝度底上げ光の出射率が、液晶セル 1 の電極 5、6 間に印加される電界に応じて変化する。

【0089】したがって、画面輝度底上げ光を液晶表示素子 1 の全域からほぼ均等な強度で出射し、画面全体を一樣に明るくするには、上記実施例のように、前側偏光板 11 と液晶セル 2 との間に拡散板 13 を配置するのが良い。

【0090】また、上記実施例で用いた液晶セル 2 は、カラーフィルタ 7R、7G、7B を備えたものであるが、前記カラーフィルタ 7R、7G、7B は無くてもよく、さらに液晶セルは、アクティブマトリックス方式にかぎらず、単純マトリックス方式やセグメント方式のものでよい。

【0091】さらに、上記実施例の液晶表示素子 1 は、TN 型または STN 型のものであるが、液晶表示素子は、液晶セルと、前記液晶セルをはさんで配置された前側偏光板および後側偏光板と、前側偏光板と後側偏光板とのうちの少なくとも一方と前記液晶セルとの間に配置された拡散板とからなる構成であれば、強誘電性または反強誘電性液晶を使用するものでもよく、また、液晶層に電界を印加するための電極を液晶セルの一对の基板のうちの一方の基板の内面に設けた、横電界による駆動方式のものでよい。

【0092】また、上記実施例で用いた反射手段 20 は、導光板 21 の背面に複数のプリズム部 22 を形成し、この導光板 21 の背面側に反射板 23 を配置した構成のものであるが、液晶表示素子 1 の背後に配置する反射手段は、他の構成のものでよい。

【0093】図 4 および図 5 は、この発明の第 2 および第 3 の実施例を示す反射手段の一部分のハッチングを省略した断面図である。

【0094】図 4 に示した反射手段 30 は、一端面を光源部が出射する照明光を取り込む入射端面（図示せず）とし、前面全体を平坦な入射面とするとともに、背面を、前記入射端面からその反対側の端面に向かって前記入射面（前面）との距離が小さくなる傾斜面とした導光板 31 の背面全体に、銀またはアルミニウム等の蒸着膜またはメッキ膜からなる反射膜 32 を設けた構成のものであり、前方から入射した光を図に実線矢印で示したように前記反射膜 32 により前方に反射するとともに、図示しない光源部からの照明光を前記導光板 31 にその入射端面から取り込み、その照明光を図に破線矢印で示したように前記導光板 31 の前面全体から前方に出射する。

【0095】また、図 5 に示した反射手段 40 は、一端面を光源部が出射する照明光を取り込む入射端面（図示せず）とし、前面全体を平坦な入射面とするととも

に、背面を、前記入射端面からその反対側の端面に向かって前記入射面（前面）との距離が段階的に小さくなる階段形状面 42 とした導光板 41 の背面全体に、銀またはアルミニウム等の蒸着膜またはメッキ膜からなる反射膜 43 を設けたものであり、前方から入射した光を図に実線矢印で示したように反射膜 43 により前方に反射するとともに、図示しない光源部からの照明光を前記導光板 41 にその入射端面から取り込み、その照明光を図に破線矢印で示したように前記導光板 41 の前面全体から前方に出射する。

【0096】なお、上述した第 1～第 3 の実施例の反射手段 20、30、40 は、導光板 21、31、41 の側方に光源部を配置サイドライト方式のものであるが、液晶表示素子 1 の背面側に配置する反射手段は、例えば EL（エレクトロルミネセンス）パネル等のような、透明な前面電極と、反射板からなる背面電極との間に電界発光層を設け、前方から入射した光を前記背面電極により前方に反射するとともに、前記電極間に電界を印加することに前記電界発光層を駆動し、この電界発光層が発する照明光を前方に出射するものでもよい。

【0097】さらに、上記実施例の液晶表示装置は、液晶表示素子 1 の背後に、前記液晶表示素子 1 にその前方から入射しこの液晶表示素子 1 を透過した光を前記液晶表示素子 1 に向けて反射する反射機能と、照明光を前記液晶表示素子 1 に向けて出射する機能とを有する反射手段 20、30、40 を配置することにより、十分な明るさの外光が得られる環境下では外光を利用する反射表示を行ない、十分な明るさの外光が得られない環境下で使用されるときに、前記反射手段 20、30、40 から照明光を出射させ、その照明光を利用する透過表示を行なうようにしたものであるが、この発明は、外光を利用する反射表示だけを行なう反射型の液晶表示装置にも適用することができる。

【0098】その場合、液晶表示素子 1 の背後に配置する反射手段は、前記液晶表示素子 1 にその前方から入射しこの液晶表示素子 1 を透過した光を前記液晶表示素子 1 に向けて反射する反射機能だけを有する通常の反射板でよい。

【0099】

【発明の効果】この発明の液晶表示装置は、液晶表示素子を、液晶セルをはさんで配置された前側偏光板および後側偏光板とのうちの少なくとも一方と前記液晶セルとの間に拡散板を配置した構成とし、この液晶表示素子の背後に、前記液晶表示素子にその前方から入射しこの液晶表示素子を透過した光を前記液晶表示素子に向けて反射する反射手段を配置したものであるため、前方からの入射光をより多く前方に出射し、明るい画面を得ることができる。

【0100】この発明の液晶表示装置において、前記反射手段は、前記液晶表示素子を透過した光を入射光と

し、その光を前記液晶表示素子に向けて反射する反射機能と、照明光を前記液晶表示素子に向けて出射する機能とを有しているものが好ましく、このような反射手段を用いることにより、十分な明るさの外光が得られる環境下では外光を利用する反射表示を行ない、十分な明るさの外光が得られない環境下で使用されるときに、前記反射手段から照明光を出射させ、その照明光を利用する透過表示を行なうことができる。

【0101】また、前記液晶表示素子は、前記拡散板を、前側偏光板と液晶セルとの間に配置した構成のものが好ましく、液晶表示素子をこのような構成とすることにより、前方から液晶表示素子に入射して前記拡散板により拡散された光のうちの液晶表示素子の前方に出射する光を、前記液晶セルの電極間に印加される電界に応じた液晶分子の配向状態の変化に関係無く、液晶表示素子の全域からほぼ均等な強度で出射し、画面全体を一様に明るくするとともに、拡散によるボケが無い鮮明な画像光を前方に出射し、良好な画質の画像を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の第1の実施例を示す液晶表示装置の

側面図であり、(a)は外光を利用する反射表示のときの光の透過経路を示し、(b)は照明光を利用する透過表示のときの光の透過経路を示している。

【図2】 第1の実施例で用いた液晶表示素子の一部分の拡大断面図。

【図3】 第1の実施例で用いた反射手段の導光板とその背面側に配置された反射板の一部分のハッチングを省略した拡大断面図。

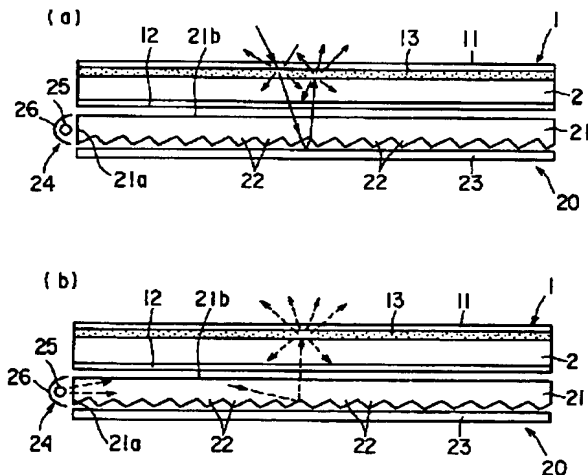
【図4】 この発明の第2の実施例を示す反射手段の一部分のハッチングを省略した断面図。

【図5】 この発明の第3の実施例を示す反射手段の一部分のハッチングを省略した断面図。

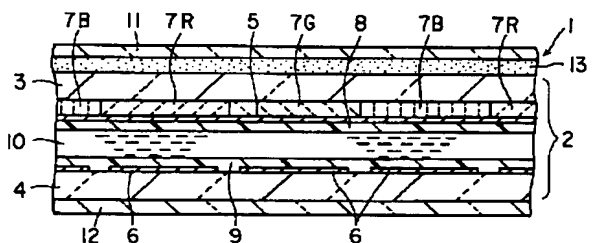
【符号の説明】

- 1…液晶表示素子
- 2…液晶セル
- 3, 4…基板
- 5, 6…電極
- 10…液晶層
- 11, 12…偏光板
- 13…拡散板
- 20, 30, 40…反射手段

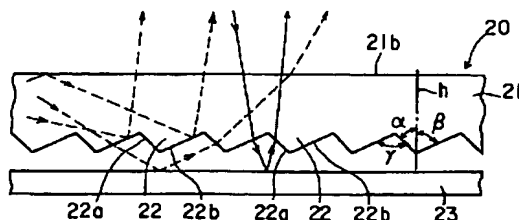
【図1】



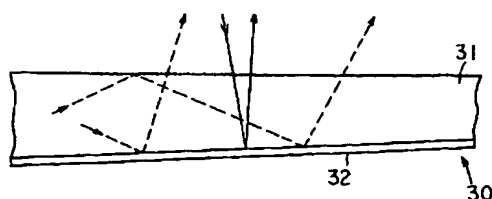
【図2】



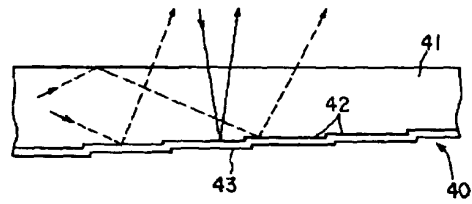
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H091 FA02Y FA08X FA08Z FA16Z
FA31X FA41Z HA07 HA10
LA15 LA17 LA30
5G435 AA03 BB12 BB16 CC12 DD13
EE27 FF03 FF05 FF06 FF08
GG24

(19) Japan Patent Office (JP)
(12) Publication of Patent Application (A)
(11) Publication Number of Patent Application: 91943/2001
(43) Date of Publication of Application: April 6, 2001
(51) Int. Cl.⁷ :

G 02 F 1/1335

G 09 F 9/00

Identification Number:

520

333

FI

G 02 F 1/1335 520

G 09 F 9/00 333Z

Theme code (reference):

2H091 5G435

F term (reference)

2H091 FA02Y FA08X FA08Z FA16Z

FA31X FA41Z HA07 HA10

LA15 LA17 LA30

5G435 AA03 BB12 BB16 CC12 DD13

EE27 FF03 FF05 FF06 FF08

GG24

Request for Examination: not made

Number of Claims: 3 OL (10 pages in total)

(21) Application Number Hei-11-270341

(22) Application Date: September 24, 1999

(71) Applicants: 000001443

Casio Computer Co., Ltd.

1-6-2, Honcho, Shibuya-ku,

Tokyo

(72) Inventors: SUZUKI Takeshi, AOKI Toshihiro

c/o Hachioji Research Lab.,

Casio Computer Co., Ltd.

2951-5, Ishikawa-cho, Hachioji-shi,

Tokyo

(74) Agent: 100058479

Patent Attorney, SUZUE Takehiko (others 5)

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57) Abstract

[Problem] To provide a liquid crystal display device adapted to perform reflection display using external light, in which the incident light from the front side is more emitted forward to obtain a bright screen.

[Means for Resolution] In this liquid crystal display device, a liquid crystal display element 1 is so constructed that a liquid crystal cell 2 is interposed between a front sheet polarizer 11 and a back sheet polarizer 12, and a diffuser 13 is disposed between the front sheet polarizer 11 and the liquid crystal cell 2. The liquid crystal display element 1 is provided with reflection means 20 disposed at the back thereof

to reflect the light, which has entered the liquid crystal display element 1 from the front thereof and transmitted the liquid crystal display element 1 toward the liquid crystal display element 1.

Claims:

1. A liquid crystal display device, comprising:
a liquid crystal display element including a liquid crystal cell where an electrode for applying an electric field to the liquid crystal layer is provided on the inner surface of at least one of a pair of front and back substrates opposite to each other with the liquid crystal layer interposed between them, a front sheet polarizer and a back sheet polarizer which are disposed with the liquid crystal cell interposed between them, and a diffuser interposed between at least one of the front sheet polarizer and the back sheet polarizer and the liquid crystal cell; and

reflecting means disposed at the back of the liquid crystal display element to reflect the light which has entered the liquid crystal display element from the front side and transmitted the liquid crystal display element toward the liquid crystal display element.

2. The liquid crystal display device according to claim 1, wherein the reflecting means disposed at the back of a liquid crystal display element has a function of taking the light transmitting the liquid crystal display element as incident

light and reflecting the light toward the liquid crystal display element and a function of emitting illuminating light toward the liquid crystal display element.

3. The liquid crystal display element according to claim 1 or 2, wherein the diffuser is disposed between the front sheet polarizer and the liquid crystal cell.

Detailed Description of the Invention:

[0001]

[Technical Field to which the Invention Belongs]

This invention relates to a liquid crystal display device adapted to perform reflection display using external light.

[0002]

[Prior Art]

Generally a TN (twisted nematic) or STN (supertwisted nematic) liquid crystal display element has been used in the liquid crystal display device.

[0003]

This type of liquid crystal display element heretofore has been formed of a liquid crystal cell where an electrode for applying an electric field to a liquid crystal layer is provided on the inner surfaces of a pair of front and back substrates opposite to each other with the liquid crystal layer interposed between them, and a front sheet polarizer and a back sheet polarizer which are disposed with the liquid crystal cell interposed between them.

[0004]

The liquid crystal display devices, however, are classified roughly into the transmission type adapted to display with illuminating light from a light source, the reflection type adapted to display with external light which is the light of a working environment of the liquid crystal display device, and the two-way type adapted to perform reflection display using external light and transmission display using illuminating light.

[0005]

In the transmission type liquid crystal display device, generally a surface light source called backlight is disposed at the back of the liquid crystal display element, illuminating light emitted by the backlight is forced to enter the liquid crystal display element from the back thereof, and the light is emitted to the front of the liquid crystal display element to make a display. Since this type liquid crystal display device is adapted to make a display by always lighting the backlight, power consumption is great.

[0006]

On the other hand, in the reflection type liquid crystal display device, reflecting means is disposed at the back of a liquid crystal display element to reflect the light which has entered the liquid crystal display element from the front thereof and has transmitted the liquid crystal display element

toward the liquid crystal display element, the light which has entered the liquid crystal display element from the front thereof and transmitted the liquid crystal display element is reflected toward the back of the liquid crystal display element by the reflecting means, and the light is emitted toward the front of the liquid crystal display element to make a display.

[0007]

Since this reflection type liquid crystal display device is adapted to make a display using external light, which is the light in its working environment, the advantage is that the power consumption can be remarkably reduced as compared with the transmission type liquid crystal display device.

[0008]

The two-way type liquid crystal display device is provided with reflecting means disposed at the back of a liquid crystal display element and having a function of reflecting the light which has entered the liquid crystal display element from the front thereof and has transmitted the liquid crystal display element toward the liquid crystal display element and a function of emitting illuminating light toward the liquid crystal display element. In the environment where external light with enough brightness is obtained, reflection display using external light is performed, and when the device is used in the environment where external light with enough brightness is not obtained, illuminated light is emitted from the

reflecting means to perform transmission display using the illuminating light.

[0009]

This two-way type liquid crystal display device can be used even in the environment where external light with enough brightness is not obtained, and it will be sufficient to emit illuminating light from the reflecting means only when the device is used in the environment where external light with enough brightness is not obtained, so the power consumption is much smaller as compared with the transmission type liquid crystal display device.

[0010]

[Problems that the Invention is to Solve]

In the conventional liquid crystal display device for performing reflection display (the reflection type liquid crystal display device or the two-way type liquid crystal display device), however, the intensity of outgoing light is much lower than that of the external light entering from the front, so a bright screen can't be obtained.

[0011]

That is, the liquid crystal display element used in the conventional liquid crystal display device is, as described above, formed of the liquid crystal cell where the electrode for applying an electric field to a liquid crystal layer is provided on the inner surfaced of the paired front and back

substrates opposite to each other with the liquid crystal layer interposed between them, and the front sheet polarizer and the back sheet polarizer which are disposed with the liquid crystal cell interposed between them.

[0012]

In this liquid crystal display element, from one side, the linearly polarized light transmitting the sheet polarizer on that side enters the liquid crystal cell, changes in its polarized state by double refraction of a liquid crystal layer depending on the orientation state of liquid crystal molecules varying with the electric field applied between the electrodes, and transmits the liquid crystal cell. The polarized component light of the above light along the absorption axis of the sheet polarizer on the other side of the liquid crystal cell is absorbed with the sheet polarizer, and the polarized component light along the transmission axis of the sheet polarizer on the other side is transmitted to emit.

[0013]

Thus, in the liquid crystal display element, the outgoing light is only the polarized component light along the transmission axis of the sheet polarizer on the other side out of the light which has transmitted the sheet polarizer on one side to enter and transmitted the liquid crystal cell, so the polarized component light along the absorption axis of the sheet polarizer on the above one side is not used at all,

resulting in that the transmittance of light is low.

[0014]

In the case of the above transmission type display device, low transmittance of the liquid crystal display element is complemented by heightening the luminance of illuminating light emitted from the backlight to obtain a bright screen, and on the other hand, in the case of the reflection type display device, the incident light is the external light having the intensity according to the brightness of the working environment, and the light transmits the liquid crystal display element to be reflected by the reflecting means, and again transmits the liquid crystal display element to be emitted forward. Accordingly, the outgoing light is the light largely reduced in intensity to the external light entering from the front, so that a bright screen can't be obtained.

[0015]

The same may be said with the two-way type display device. Although a bright screen can be obtained by heightening the luminance of illuminating light emitted from the reflecting means in the transmission display, a bright screen can't be obtained in the reflection display.

[0016]

It is an object of the invention to provide a liquid crystal display device adapted to perform reflection display using external light, which may emit forward much more incident

light entering from the front to thereby obtain a bright screen.

[0017]

[Means for Solving the Problems]

This invention provides a liquid crystal display device includes a liquid crystal display element having a liquid crystal cell where an electrode for applying an electric field to the liquid crystal layer is provided on the inner surface of at least one of a pair of front and rear substrates opposite to each other with the liquid crystal layer interposed between them, a front sheet polarizer and a back sheet polarizer which are disposed with the liquid crystal cell interposed between them, and a diffuser interposed between at least one of the front sheet polarizer and the back sheet polarizer and the liquid crystal cell, and reflecting means disposed at the back of the liquid crystal display element to reflect the light which has entered the liquid crystal display element from the front side and transmitted the liquid crystal display element toward the liquid crystal display element.

[0018]

According to the liquid crystal display device, the liquid crystal display element is so constructed that the diffuser is disposed between at least one of the front sheet polarizer and the back sheet polarizer disposed with the liquid crystal cell interposed between them and the liquid crystal cell, whereby in the reflection display using external light,

the light which has entered the liquid crystal display element from the front and transmitted the front sheet polarizer enters the diffuser to be diffused before entering the back sheet polarizer of the liquid crystal display element.

[0019]

Out of the light diffused by the diffuser, the light directed to the back of the liquid crystal display element enters the back sheet polarizer. The light entering the back sheet polarizer is as follows. The light, which has transmitted the front sheet polarizer, becomes linearly polarized light to enter, and the diffused light of the incident light changes in its polarized state due to double refraction of a liquid crystal layer in the process of transmitting the liquid crystal cell. The polarized component light along the absorption axis of the back sheet polarizer of the above light is absorbed by the back sheet polarizer, and the polarized component light along the transmission axis of the back sheet polarizer thereof transmits the back sheet polarizer to be emitted as image light to the back side of the liquid crystal display element.

[0020]

The image light emitted to the backside of the liquid crystal display element is reflected toward the liquid crystal display element by the reflecting means, and the reflected light again transmits the liquid crystal display element to

emit forward.

[0021]

On the other hand, the light directed toward the front of the liquid crystal display element out of the light entering the liquid crystal display element from the front and diffused by the diffuser does not pass through the back sheet polarizer, but again transmits the front sheet polarizer to emit to the front of the liquid crystal display element.

[0022]

In the liquid crystal display device of the invention, as described above, not only the reflected light of light which has entered the liquid crystal display element from the front and transmitted the liquid crystal display element to become image light emits toward the front of the liquid crystal display element, but also the light directed to the front of the liquid crystal display element out of the light which has entered the liquid crystal display element from the front and has been diffused by the diffuser emits forward, whereby much more incident light from the front can be emitted forward to obtain a bright screen.

[0023]

[Mode for Carrying Out the Invention]

According to the invention, in the liquid crystal display device, as described above, the liquid crystal display element is so constructed that the diffuser is disposed between at least

one of the front sheet polarizer and the back sheet polarizer disposed with the liquid crystal cell interposed between them and the liquid crystal cell, and the reflecting means for reflecting the light which has entered the liquid crystal display element from the front and transmitted the liquid crystal display element toward the liquid crystal display element is disposed at the back of the liquid crystal display element, whereby much more incident light from the front is emitted forward to obtain a bright screen.

[0024]

In the liquid crystal display device of the invention, preferably the reflecting means has a reflecting function of taking the light transmitting the liquid crystal display element as incident light and reflecting the light toward the liquid crystal display element and a function of emitting the illuminating light toward the liquid crystal display element, and this type of reflecting means is adopted, whereby in the environment where external light with enough brightness is obtained, reflection display using external light is performed, and when the device is used in the environment where external light with enough brightness is not obtained, illuminating light is emitted from the reflecting means to perform transmission display using the illuminating light.

[0025]

The liquid crystal display element is preferably so

constructed that the diffuser is disposed between the front sheet polarizer and the liquid crystal cell, and when the liquid crystal display element is thus constructed, the light emitting to the front of the liquid crystal display element out of the light which has entered the liquid crystal display element from the front and has been diffused by the diffuser can be emitted with substantially equal intensity from the whole area of the liquid crystal display element regardless of a change in the orientation state of liquid crystal molecules depending on the electric field applied between the electrodes of the liquid crystal cell, so that the whole of the screen can be uniformly made bright and clear image light without blur due to diffusion can be emitted forward to display an image of good image quality.

[0026]

[Embodiment 1]

Figs. 1A and 1B are side views of a liquid crystal display device showing a first embodiment of the invention. The liquid crystal display device includes a liquid crystal display element 1 and reflecting means 20 disposed at the back of the liquid crystal display element 1.

[0027]

The liquid crystal display device of the embodiment is of a two-way type in which both reflection display using external light and transmission display using illuminating

light are performed, Fig.1 A shows the transmission path of light in the reflection display using external light, and Fig. 1B shows the transmission path of light in the transmission display using illuminating light.

[0028]

The liquid crystal display element 1 is a TN (twisted nematic) type or STN (supertwisted nematic) type, which is formed of a liquid crystal cell 2, a front sheet polarizer 11 and a back sheet polarizer 12, which are disposed with the liquid crystal cell 2 interposed between them, and a diffuser 13 disposed between the front sheet polarizer 11 and the liquid crystal cell 2.

[0029]

Fig. 2 is an enlarged sectional view of a part of the liquid crystal display element 1, in which the liquid crystal cell 2 is so constructed that the inner surfaces of a pair of front and back transparent substrates 3, 4 opposite to each other with a liquid crystal layer 10 interposed between them are respectively provided with transparent electrodes 5, 6 for applying an electric field to the liquid crystal layer 10.

[0030]

The liquid crystal cell 2 used in the embodiment is of an active matrix type, in which the electrode 6 mounted on the inner surface of the back substrate 4 is a plurality of pixel electrodes arrayed in a matrix in the row direction and in the

column direction, and the electrode 5 mounted on the inner surface of the front substrate 3 is one film-like counter electrode opposite to the plurality of pixel electrodes 6.

[0031]

While being omitted in the drawings, the inner surface of the back substrate 4 is provided with a plurality of TFT (thin film transistor) respectively connected to the plurality of pixel electrodes 6, a plurality of gate wires for respectively supplying a gate signal to the TFT of each row, and a plurality of data wires for supplying a data signal to the TFT of each column.

[0032]

Further, the inner surface of the front substrate 3 of the liquid crystal cell 2 is provided with color filters 7R, 7G, 7B of two or more colors such as three colors, red, green and blue, corresponding to a plurality of pixel areas where the plurality of pixel electrodes 6 and the counter electrode 5 are opposite to each other. The color filters 7R, 7G and 7B are formed on the substrate 3, and the counter electrode 5 is formed thereon.

[0033]

The inner surfaces of the paired substrates 3, 4 are provided with orientation films 8, 9 covering the electrodes 5, 6, and the orientation films 8, 9 are orientated by rubbing the film surface in a designated direction.

[0034]

The paired substrates 3, 4 are joined at the peripheral edges thereof to each other through a frame-like sealant not shown, and nematic liquid crystal is enclosed in an area surrounded with the sealant between the substrates 3, 4 to form a liquid crystal layer 10.

[0035]

The liquid crystal molecules of the liquid crystal layer 10 are regulated on the orientation direction near the respective substrates 3, 4 by the orientation films 8, 9 to be twisted at a designated twist angle between the paired substrates 3, 4.

[0036]

The front sheet polarizer 11 and the back sheet polarizer 12 disposed with the liquid crystal cell 2 interposed between them are respectively provided with the optical axis thereof (transmission axis or absorption axis) pointing in a designated direction.

[0037]

The diffuser 13 disposed between the front sheet polarizer 11 and the liquid crystal cell 2 is, for example, a filler mix-in diffuser, or a diffuser formed by a micro-lens sheet.

[0038]

On the other hand, reflecting means 20 disposed at the

back of the liquid crystal display element 1 has a reflecting function of reflecting the light which has entered the liquid crystal display element 1 from the front and transmitted the liquid crystal display element 1 toward the liquid crystal display element 1 and a function of emitting illuminating light toward the liquid crystal display element 1.

[0039]

The reflecting means 20 used in the embodiment is a side light system, and as shown in Fig. 1, it is formed of a light guide plate 21 disposed with the front thereof opposite to the back of the liquid crystal display element 1, a reflector 23 disposed at the backside of the light guide plate 21, and a light source part 24 disposed on the side of the light guide plate 21.

[0040]

The light guide plate 21 is formed by a transparent plate such as an acrylic resin plate, one end face thereof is an incident end face 21a for taking illuminating light emitted by the light source part 24, and the whole of the front face 21b is taken as a flat incident/outgoing plane 21b.

[0041]

A plurality of oblong prism parts 22 along the direction parallel to the incident end face 21a are formed at a designated pitch densely aligned and parallel to each other extending over the whole of the back of the light guide plate 21.

[0042]

The plurality of prism parts 22 are integrally formed on the light guide plate 21, and the pitch thereof is set substantially equal to or smaller than the array pitch of pixel areas of the liquid crystal display element.

[0043]

Fig. 3 is an enlarged sectional view of the light guide plate 21 and the reflector 23 disposed at the back thereof with partial hatching omitted. The plurality of prism parts 22 formed on the back of the light guide plate 21 respectively have a scalene triangular section such that between inclined surfaces 22a, 22b on both sides, the inclination angle α (the angle of inclination to a normal h of the incident/outgoing plane 21b of the front of the light guide plate 21) of one inclined surface 22a facing in the direction of the incident end face 21a is smaller than the inclination angle β of the other inclined surface 22a.

[0044]

The inclination angle α of one inclined surface (inclined surface facing in the direction of the incident end face 21a) 22a and the inclination angle β of the other inclined surface 22a are respectively in the range of $0^\circ < \alpha < 60^\circ$, $0^\circ < \beta < 40^\circ$, and the angle γ made between one inclined surface 22a of one 22 of the adjacent prism parts and the other inclined surface 22a of the other prism part 22 is in the range of 30°

$< \gamma < 70^\circ$.

[0045]

The reflector 23 disposed on the backside of the light guide plate 21 is a mirror reflection plate formed by a metal plate of silver, aluminum or the like, and the reflector 23 is disposed with the front (reflecting surface) close to or abutting on the apexes of the plurality of prism parts 22 on the back of the light guide plate 21 parallel to the incident/outgoing surface 21b of the front of the light guide plate 21.

[0046]

Further, the light source part 24, as shown in Fig. 1, includes a light source 25 formed by a straight pipe-like fluorescent lamp or EL (electroluminescence) array and a reflector 26 for reflecting the illuminating light emitted by the light source 25 toward the incident end face 21a of the light guide plate 21, and the light source part 24 is disposed on the side of the light guide plate 21 opposite to the incident end face 21a thereof.

[0047]

The reflecting means 20 reflects the light entering from the front of the light guide plate 21 by the reflector 23 to emit to the front of the light guide plate 21, and when the light source 25 of the light source part 24 is lighted, the illuminating light emitted by the light source part 24 is taken

in the light guide plate 21 from the incident end face 21a, and the illuminating light is emitted forward from the whole of the incident/outgoing plane 21b of the light guide plate 21.

[0048]

The reflection of light entering from the front by the reflecting means 20 will now be described. The light entering from the front of the light guide plate 21, as indicated by solid arrows in Fig. 3, enters the light guide plate 21 from the incident/outgoing plane 21b of the front thereof, and transmits the light guide plate 21 in the direction of thickness to be emitted from the plurality of prism parts 22 of the back to the backside of the light guide plate 21.

[0049]

The light emitted to the backside of the light guide plate 21 is reflected by the reflector 23 to enter the light guide plate 21 from the plurality of prism parts 22 of the back thereof, and again transmits the light guide plate 21 in the direction of thickness to be emitted forward from the incident/outgoing plane 21b of the front.

[0050]

The light entering from the front of the light guide plate 21 is the light entering the liquid crystal display element 1 from the front and transmitting the liquid crystal display element 1 to be emitted to the backside, and the external light

entering the liquid crystal display element 1 from the front enters in various directions at various angles of incidence, so the light transmitting the liquid crystal display element 1 to be emitted to the backside enters the light guide plate 21 in various directions at various angles of incidence.

[0051]

When the light which has entered the light guide plate 21 from the incident/outgoing plane 21b of the front transmits the light guide plate 21 in the direction of thickness to be emitted from the plurality of prism parts 22 of the back to the backside, the light is refracted by the interface of the inclined surfaces 22a, 22b of the prism parts 22 and outside air (an air layer between the light guide plate 21 and the reflector 23). Further when the light is reflected by the reflector 23 to enter the light guide plate 21 from the back, the light is refracted by the interface of the inclined surfaces 22a, 22b of the prism parts 22 and the outside air to be turned so that the angle of inclination to the normal h of the light guide plate front 21b becomes smaller, and emitted forward from the incident/outgoing plane 21b.

[0052]

Accordingly, the light transmitting the liquid crystal display element 1 to enter the reflecting means 20 and reflected by the reflecting means 20 is the light having the distribution of intensity where the intensity of light emitted toward the

front (the direction in the vicinity of normal h of the front 21b of the light guide plate 21) is high.

[0053]

The emission of illuminating light in the reflecting means 20 when the light source part 24 is lighted will now be described. The illuminating light from the light source part 24 enters the light guide plate 21 from the incident end face 21a, and is guided in the longitudinal direction of the light guide plate 21 as indicated by broken line arrows in Fig. 3 to be emitted forward from the front 21b of the light guide plate 21.

[0054]

That is, the illuminating light from the light source part 24 enters the light guide plate 21 from the incident end face 21a at various angles of incidence.

[0055]

Out of the light entering from the incident end face 21a, the light obliquely traveling toward the front in the light guide plate 21 enters the interface of the incident/outgoing plane 21b of the front of the light guide plate 21 and the outside air (an air layer between the light guide plate 21 and the liquid crystal display element 1), and the light entering the interface at a smaller incident angle (nearly vertical) than the critical angle of total reflection transmits the interface to be emitted forward.

[0056]

The light entering the interface of the incident/outgoing plane 21b of the light guide plate 21 and the outside air at a larger angle of incidence than the critical angle of total reflection is total reflected by the interface, and further guided in the longitudinal direction in the light guide plate 21.

[0057]

On the other hand, the light obliquely traveling through the light guide plate 21 toward the backside enters the interface of the inclined surface 22a on the opposite side to the inclined surface 22a facing in the direction of the incident end face 21a and the outside air (an air layer between the light guide plate 21 and the reflector 23) between the inclined surfaces 22a, 22b on both sides of the plurality of prism parts 22 of the back of the light guide plate 21, and the light entering the interface at a larger angle of incidence than the critical angle of total reflection is total reflected toward the front of the light guide plate 21, and turned so that the angle of inclination to the normal h of the incident/outgoing plane 21b of the front becomes smaller. The light entering the interface of the incident/outgoing plane 21b of the light guide plate 21 and the outside air at a smaller angle of incidence than the critical angle of total reflection transmits the interface to be emitted forward.

[0058]

The light entering the interface of the inclined surface 22a of the prism part 22 and the outside air at a smaller angle of incidence than the critical angle of total reflection transmits the interface to be emitted toward the back of the light guide plate 21, and is reflected by the reflector 23 to again enter the light guide plate 21 from the plurality of prism parts 22 of the back.

[0059]

The re-incident light is refracted by the interface of the inclined surfaces 22a, 22b of the prism parts 22 and the outside air and turned so that the angle of inclination to the normal h of the incident/outgoing plane 21b of the front of the light guide plate 21 becomes smaller to enter the light guide plate 21, so most of the light enters the interface of the incident/outgoing plane 21b and the outside air at a smaller angle of incidence than the critical angle of total reflection, and transmits the interface to be emitted forward.

[0060]

The illuminating light entering the light guide plate 21 from the incident end face 21a is guided in the longitudinal direction of the light guide plate 21 by total reflection caused by the interface of the incident/outgoing plane 21b of the front of the light guide plate 21 and the outside air and the interface of the prism parts 22 of the back of the light guide plate 21

and the outside air and the reflection caused by the reflector 23, and simultaneously emitted from the whole of the incident/outgoing plane 21b of the light guide plate 21. The illuminating light emitted from the incident and outgoing plane 21b of the light guide plate 21 is also the light having the distribution of intensity such that the intensity of light emitted toward the front is high.

[0061]

In the liquid crystal display device, the reflecting means 20 has a function of reflecting the light which has entered the liquid crystal display element 1 from the front and transmitted the liquid crystal display element 1 toward the liquid crystal display element 1 and a function of emitting the illuminating light toward the liquid crystal display element 1, whereby reflection display using external light is performed in the environment where external light with enough brightness is obtained, and when the device is used in the environment where external light with enough brightness is not obtained, illuminating light can be emitted from the reflecting means 20 to perform transmission display using the illuminating light.

[0062]

In the liquid crystal display device, the liquid crystal display element 1 is so constructed that the diffuser 13 is disposed between the liquid crystal cell 2 and the front sheet

polarizer 11 of the front sheet polarizer 11 and the back sheet polarizer 12 which are disposed with the liquid crystal cell 2 interposed between them, whereby in the reflection display using external light, much more incident light from the front can be emitted forward to obtain a bright screen.

[0063]

That is, in the reflection display using external light, as the light transmission path at the time is indicated by solid line arrows in Fig. 1A, the light which has entered the liquid crystal display element 1 from the front and transmitted the front sheet polarizer 11 to become linearly polarized light enters the diffuser 13 to be diffused by the diffuser 13.

[0064]

The diffused light is composed of the light emitted to the backside of the diffuser 13 directed toward the back of the liquid crystal display element 1 and the light emitted to the front of the diffuser 13 and directed to the front of the liquid crystal display element 1.

[0065]

Out of the light diffused by the diffuser 13, the light emitted to the back of the diffuser 13 and directed to the back of the liquid crystal display element 1 enters the liquid crystal cell 2 and transmits the liquid crystal cell 2 to enter the back sheet polarizer 12.

[0066]

The light entering the back sheet polarizer 12 is the light changed in its polarized state by the double refraction of the liquid crystal layer 10 depending on the orientation state of liquid crystal molecules varied by the electric field applied between the electrodes 5, 6 of each pixel area in the process in which the diffused light of light which has transmitted the front sheet polarizer 11 to become linearly polarized light and transmits the liquid crystal cell 2. Out of the light, the polarized component light along the absorption axis of the back sheet polarizer 12 is absorbed by the back sheet polarizer 12, and the polarized component light along the transmission axis of the back sheet polarizer 12 transmits the back sheet polarizer 12 to be emitted as image light to the backside of the liquid crystal display element 1.

[0067]

The image light emitted to the backside of the liquid crystal display element 1 is reflected toward the liquid crystal display element 1 by the reflecting means 20, and the light again transmits the liquid crystal display element 1 to be emitted forward.

[0068]

Also at the time, the light (image light) reflected by the reflecting means 20 to enter the liquid crystal display element 1 from the back transmits the back sheet polarizer 12

and the liquid crystal cell 2 to be diffused by the diffuser 13, and the light of the diffused light that is emitted to the front of the diffuser 13 transmits the front sheet polarizer 11 to be emitted forward.

[0069]

The light diffused by the diffuser 13 is, however, the light causing turbulence in its polarized state due to diffusion, the polarized component light along the absorption axis of the front sheet polarizer 11 of the light is absorbed by the front sheet polarizer 11, and the polarized component light along the transmission axis of the front sheet polarizer 11 transmits the front sheet polarizer 11 to be emitted to the front of the liquid crystal display element 1.

[0070]

Out of the light which is reflected by the reflecting means 20 to enter the liquid crystal display element 1 from the back and transmit the back sheet polarizer 12 and the liquid crystal cell 2, and diffused by the diffuser 13, the diffused light emitted to the backside of the diffuser 13 is emitted to the backside of the liquid crystal display element 1 and reflected by the reflecting means 20 to again enter the liquid crystal display element 1, and emitted forward through the above path.

[0071]

In the reflection display, external light enters in

various directions at various angles of incidence, and the light reflected by the reflecting means 20 is, as described above, the light having the distribution of intensity such that the intensity of light emitted toward the front is high. Accordingly, the image light, which is reflected by the reflecting means 20 to again transmit the liquid crystal display element 1 and emitted forward, is the light having the distribution of intensity such that the intensity of light emitted toward the front, that is, in the ordinary observation direction of a display (near the normal of the front of the liquid crystal display element 1) is high.

[0072]

The liquid crystal cell 2 used in the embodiment is provided with color filters 7R, 7G, 7B of two or more colors (e.g. three colors, red, green and blue) respectively corresponding to the two or more pixel areas, and the light with a wavelength of the absorption wavelength band is absorbed from the light transmitting each pixel area of the liquid crystal cell 2 by the color filters 7R, 7G, 7B corresponding to the respective pixel areas to become colored light, so the image light emitted to the front of the liquid crystal display element 1 is multi-color image light such as full-color image light.

[0073]

On the other hand, out of the light entering the liquid

crystal display element 1 from the front and diffused by the diffuser 13, the light which is emitted toward the front of the diffuser 13 and directed toward the front of the liquid crystal display element 1 does not pass through the liquid crystal cell 2 and the back sheet polarizer 12, but again transmits the front sheet polarizer 11 to be emitted toward the front of the liquid crystal display element 1, so that the luminance of the screen is raised by the emitted light. Hereinafter, this light is called screen luminance raise light.

[0074]

Since the light diffused by the diffuser 13 is, as described above, the light causing turbulence in its polarized state due to diffusion, out of the light emitted to the front of the diffuser 13 and directed toward the front of the liquid crystal display element 1, the polarized component light along the absorption axis of the front sheet polarizer 11 is absorbed by the front sheet polarizer 11, and the polarized component light along the transmission axis of the front sheet polarizer 11 transmits the front sheet polarizer 11 to be emitted to the front of the liquid crystal display element 1.

[0075]

Since the screen luminance raise light is the light which does not pass through the liquid crystal cell 2, that is, the light which transmits the front sheet polarizer 11 without being subjected to the double refraction of the liquid crystal

layer 10 to be emitted toward the front of the liquid crystal display element 1, the light is emitted with substantially uniform intensity from the whole area of the liquid crystal display element 1 regardless of a change in the orientation state of liquid crystal molecules depending upon the electric field applied between the electrodes 5, 6 of the respective pixel areas of the liquid crystal cell 2.

[0076]

Besides, since the screen luminance raise light is the light, which does not pass through the liquid crystal cell 2, it is high-intensity non-colored light (white light) not subjected to absorption by the color filters 7R, 7G, 7B.

[0077]

According to the liquid crystal display device, as described above, not only the reflected light of light entering the liquid crystal display element 1 from the front and transmitting the liquid crystal display element 1 to become image light is emitted to the front of the liquid crystal display element 1, but also out of the light entering the liquid crystal display element 1 from the front and diffused by the diffuser 13, the light directed toward the front of the liquid crystal display element 1 (screen luminance raise light) is emitted forward, so that the incident light from the front can be much more emitted forward so as to obtain a bright screen.

[0078]

Further, since the liquid crystal display element 1 is so constructed that the diffuser 13 is disposed between the front sheet polarizer 11 and the liquid crystal 2 in the liquid crystal display device of this embodiment, as described above, out of the light entering the liquid crystal display element 1 from the front and diffused by the diffuser 13, the light emitted to the front of the liquid crystal display element 1 can be emitted with substantially uniform intensity from the whole area of the liquid crystal display element 1 regardless of a change in its orientation state of the liquid crystal molecules depending on the electric field applied between the electrodes 5, 6 of the liquid crystal cell 2, so that the whole of the screen can be uniformly made bright.

[0079]

According to this liquid crystal display device, the above image light emitted to the front of the liquid crystal display element 1 and the screen luminance raise light are respectively the light diffused by the diffuser 13, so the angle of visibility of a display can be widened.

[0080]

Furthermore, according to this liquid crystal display device, the light diffused by the diffuser 13 enters the front sheet polarizer 11, and out of the light, the polarized component light along the transmission axis of the front sheet polarizer 11 transmits the front sheet polarizer 11 to be

emitted forward, so that clear image light without blur due to diffusion can be emitted forward to display an image of good image quality.

[0081]

The transmission display using illuminating light will now be described. In the transmission display, when the liquid crystal display device is used in the environment where external light having enough brightness can't be obtained, the light source 25 of the light source part 24 of the reflecting means 20 is lighted to perform display.

[0082]

In this transmission display, as the transmission path of light at the time is indicated by broken line arrows in Fig. 1B, the illuminating light emitted by the light source part 24 enters the light guide plate 21 from the incident end face 21a to be emitted forward from the whole of the front 21b of the light guide plate 21, and enters the liquid crystal display element 1 from the back.

[0083]

The light entering the liquid crystal display element 1 from the back transmits the back sheet polarizer 11 to become linearly polarized light and enters the liquid crystal cell 2, and the light is changed in its polarized state by double refraction of the liquid crystal layer 10 depending on the orientation state of liquid crystal molecules varied by the

electric field applied between the electrodes 5, 6 of the respective pixel areas in the course of transmitting the liquid crystal cell 2.

[0084]

The light transmitting the liquid crystal cell 2 enters the diffuser 13 to be diffused, and out of the light diffused by the diffuser 13, the light emitted to the front of the diffuser 13 enters the front sheet polarizer 11, and out of the light, the polarized component light along the absorption axis of the front sheet polarizer 11 is absorbed by the front sheet polarizer 11, and the polarized component light along the transmission axis of the front sheet polarizer 11 transmits the front sheet polarizer 11 to be emitted as image light to the backside of the liquid crystal display element 1.

[0085]

Since the liquid crystal cell 2 used in the embodiment is provided with color filters 7R, 7G, 7B of two or more colors (e.g. three colors, red, green and blue) respectively corresponding to two or more pixel areas thereof, image light emitted to the front of the liquid crystal display element 1 is multi-color image light such as full-color image light.

[0086]

Also in the transmission display, the image light emitted to the front of the liquid crystal display element 1 is the light diffused by the diffuser 13, so that the angle of

visibility of a display can be widened. Furthermore, since the light diffused by the diffuser 13 enters the front sheet polarizer 11, and out of the light, the polarized component light along the transmission axis of the front sheet polarizer 11 transmits the front sheet polarizer 11 to be emitted forward, clear image light without blur due to diffusion can be emitted forward to display an image of good image quality.

[0087]

Although according to the above embodiment, the liquid crystal display element 1 is so constructed that the diffuser 13 is disposed between the front sheet polarizer 11 disposed in front of the liquid crystal cell 2 and the liquid crystal cell 2, the diffuser 13 may be disposed between the back sheet polarizer 12 disposed at the back of the liquid crystal cell 2 and the liquid crystal cell 2, and further it may be disposed both between the front sheet polarizer 11 and the liquid crystal cell 2 and between the back sheet polarizer 12 and the liquid crystal cell 2.

[0088]

In the case of disposing the diffuser 13 between the back sheet polarizer 12 and the liquid crystal cell 2, however, the light entering the liquid crystal display element 1 from the front transmits the liquid crystal cell 2 and then enters the diffuser 13, so that out of the light diffused by the diffuser 13, the outgoing rate of screen luminance raise light emitted

to the front of the liquid crystal display element 1 varies with the electric field applied between the electrodes 5, 6 of the liquid crystal cell 1.

[0089]

Accordingly, the screen luminance raise light is emitted with substantially uniform intensity from the whole area of the liquid crystal display element 1, and in order to make the whole screen uniformly bright, it is preferable to dispose the diffuser 13 between the front sheet polarizer 11 and the liquid crystal cell 2 as in the embodiment.

[0090]

Although the liquid crystal cell 2 used in the above embodiment is provided with the color filters 7R, 7G, 7B, the color filters 7R, 7G, 7B may be omitted, and the liquid crystal cell is not limited to the active matrix type, but simple matrix type or segment type may be adopted.

[0091]

Although the liquid crystal display element 1 of the above embodiment is of TN type or STN type, the liquid crystal display element may use ferroelectric or antiferroelectric liquid crystal if it is formed of the liquid crystal cell, the front sheet polarizer and the back sheet polarizer which are disposed with the liquid crystal cell interposed between them, and the diffuser disposed between at least one of the front sheet polarizer and the back sheet polarizer and the liquid

crystal cell, and further a driving system using transverse electric field may be adopted, in which an electrode for applying an electric field to the liquid crystal layer is provided on the inner surface of one substrate of a pair of substrates of the liquid crystal cell.

[0092]

Although the reflecting means 20 used in the above embodiment is so constructed that a plurality of prism parts 22 are formed on the back of the light guide plate 21, and the reflector 23 is disposed on the backside of the light guide plate 21, the reflecting means disposed at the back of the liquid crystal display element 1 may have any other configuration.

[0093]

Figs. 4 and 5 are sectional views of reflecting means with hatching partially omitted showing a second and third embodiments of the invention.

[0094]

Reflecting means 30 shown in Fig. 4 is so constructed that a light guide plate 31 is formed of one end face taken as an incident end face (not shown) taking illuminating light emitted by a light source part, the front, the whole of which is taken as a flat incident/outgoing plane, and the back formed as an inclined surface whose distance to the incident/outgoing plane (front) is gradually decreased from the incident end face

to the end face on the opposite side, and a reflecting film 32 formed of a deposited film or plated film of silver, aluminum or the like is provided on the whole back of the light guide plate 31. In the reflecting means, the light entering from the front is, as indicated by solid line arrows in the drawing, reflected forward by the reflecting film 32, illuminating light from a light source part not shown is taken in the light guide plate 31 from the incident end face, and the illuminating light is, as indicated by broken line arrows, emitted forward from the whole front of the light guide plate 31.

[0095]

On the other hand, reflecting means 40 shown in Fig. 5 is so constructed that a light guide plate 41 is formed of one end face taken as an incident end face (not shown) taking illuminating light emitted by a light source part, the front, the whole of which is taken as a flat incident/outgoing plane and the back formed as a stepped surface 42 whose distance to the incident/outgoing plane (front) is gradually decreased from the incident end face to the end face on the opposite side, and a reflecting film 43 formed of a deposited film or plated film of silver, aluminum or the like is provided on the whole back of the light guide plate 41, and in the reflecting means, light entering from the front is, as indicated by solid line arrows in the drawing, reflected forward by the reflecting film 43, illuminating light from a light source part not shown is

taken in the light guide plate 41 from the incident end face, and the illuminating light is, as indicated by broken line arrows, emitted forward from the whole front of the light guide plate 41.

[0096]

Although the reflecting means 20, 30, 40 of the above first to third embodiments adopt side light system in which a light source part is disposed on the side of the light guide plates 21, 31, 41, the reflecting means disposed on the backside of the liquid crystal display element 1 may adopt a system in which an electroluminescence layer is provided between a transparent front electrode such as an EL (electroluminescence) panel and a back electrode formed by a reflector, the light entering from the front is reflected forward by the back electrode, an electric field is applied between the electrodes to thereby drive the electroluminescence layer, and illuminating light emitted by the electroluminescence layer is emitted forward.

[0097]

According to the above embodiment, in the liquid crystal display device, the reflecting means 20, 30, 40 having a reflecting function of reflecting the light which has entered the liquid crystal display element 1 from the front and transmitted the liquid crystal display element 1 toward the liquid crystal display element 1 and a function of emitting

the illuminating light toward the liquid crystal display element 1 are disposed at the back of the liquid crystal display element 1, whereby reflection display using external light is performed in the environment where external light having enough brightness can be obtained, and when the device is used in the environment where external light having enough brightness can't be obtained, illuminating light is emitted from the reflecting means 20, 30, 40 to perform transmission display using the illuminating light. This invention, however, may be applied to the reflection type liquid crystal display device as well, which is adapted to perform reflection display using external light only.

[0098]

In that case, the reflecting means disposed at the back of the liquid crystal display element 1 may be an ordinary reflector having only a reflecting function of reflecting the light, which has entered the liquid crystal display element 1 from the front and transmitted the liquid crystal display element 1 toward the liquid crystal display element 1.

[0099]

[Advantage of the Invention]

According to the invention, in the liquid crystal display device, the liquid crystal display element is so constructed that the diffuser is disposed between at least one of the front sheet polarizer and the back sheet polarizer which are disposed

with the liquid crystal cell interposed between them and the liquid crystal cell, and the reflecting means for reflecting the light which has entered the liquid crystal display element from the front and transmitted the liquid crystal display element toward the liquid crystal display element is disposed at the back of the liquid crystal display element, whereby much more incident light from the front can be emitted forward so as to obtain a bright screen.

[0100]

In the liquid crystal display device of the invention, preferably the reflecting means has a reflecting function of taking the light transmitting the liquid crystal display element as incident light and reflecting the light toward the liquid crystal display element and a function of emitting illuminating light toward the liquid crystal display element, and this type of reflecting means is adopted, whereby reflection display using external light is performed in the environment where external light having enough brightness can be obtained, and when the device is used in the environment where external light having enough brightness can't be obtained, illuminating light can be emitted from the reflecting means to perform transmission display using the illuminating light.

[0101]

Preferably the liquid crystal display element is so constructed that the diffuser is disposed between the front

sheet polarizer and the liquid crystal cell. The liquid crystal display element is thus constructed, whereby out of the light which has entered the liquid crystal display element from the front to be diffused by the diffuser, the light emitted to the front of the liquid crystal display element can be emitted with substantially uniform intensity from the whole area of the liquid crystal display element regardless of a change in the orientation state of liquid crystal molecules depending on the electric field applied between the electrodes of the liquid crystal cell to make the whole screen uniformly bright, and clear image light without blur due to diffusion can be emitted forward so as to display an image of good image quality.

Brief Description of the Drawings:

Figs. 1A and 1B are side views of a liquid crystal display device showing a first embodiment of the invention; Fig. 1A shows a transmission path of light in reflection display using external light; Fig. 1B shows a transmission path of light in transmission display using illuminating light;

Fig. 2 is an enlarged sectional view of a part of a liquid crystal display element used in the first embodiment;

Fig. 3 is an enlarged sectional view of a light guide plate and a reflector disposed at the backside thereof of reflecting means used in the first embodiment, with hatching partially omitted;

Fig. 4 is a sectional view of reflecting means, with hatching partially omitted, showing a second embodiment of the invention; and

Fig. 5 is a sectional view of reflecting means, with hatching partially omitted, showing a third embodiment of the invention.

[Description of the Reference Numerals and Signs]

1: liquid crystal display element

2: liquid crystal cell

3, 4: substrate

5, 6: electrode

10: liquid crystal layer

11, 12: sheet polarizer

13: diffuser

20, 30, 40: reflecting means